



Intelligentes Stromnetz



Intelligente Mobilität



Kompetenzzentrum Elektromobilität



Elektromobile Flotte



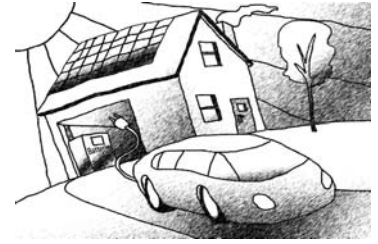
Micromobilität



Intelligente Ladeinfrastruktur

# Techno-ökonomische Bewertung von netzstabilisierenden Maßnahmen mit Hilfe von standardisierten Referenznetzen

Simon KÖPPL, Marc GALLET - **Forschungsstelle für Energiewirtschaft e.V.**  
Am Blütenanger 71, 80995 München, +49 89 158121-0, Fax: +49 89 158121-10, info@ffe.de, www.ffe.de



Eva-Maria BÄRTHLEIN, Marianne HARTUNG, Eva BERNAL SERRA - **GE Global Research**  
Freisinger Landstraße 50, 85748 Garching bei München, +49 89 55283 000, gegreuro@research.ge.com, www.globalresearch.com

## MOTIVATION

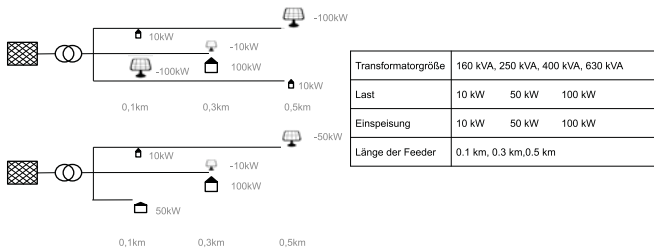
Durch die steigende Zahl von Elektrofahrzeugen und dezentralen Erzeugern stoßen die Energieversorgungsnetze vermehrt bzgl. der thermischen Belastungsgrenzen und durch Verletzungen des nach Norm EN 50160 erlaubten Spannungsbereichs an ihre Grenzen. Im Rahmen der Modellkommune für Elektromobilität ("e-GAP") untersucht GE Global Research und die Forschungsstelle für Energiewirtschaft e.V. technische und wirtschaftliche Wirksamkeit von häufig eingesetzten Lösungen zur Spannungshaltung wie konventionellem Netzausbau und stufenschaltbare Transformatoren (rONT und Spannungslängsregler - LVR).

## METHODIK

1. Definition von verallgemeinerten Referenznetzen zur Nachbildung realer Niederspannungsnetze
2. Techno-ökonomische Bewertung der Referenznetze und Differenzierung der Einsatzgebiete der Maßnahmen
3. Validierung der Ergebnisse durch Lastflussberechnungen in realen Netzgebieten und Typnetzen
4. Fazit und Ausblick

## 1. DEFINITION VON STANDARDISIERTEN REFERENZNETZEN

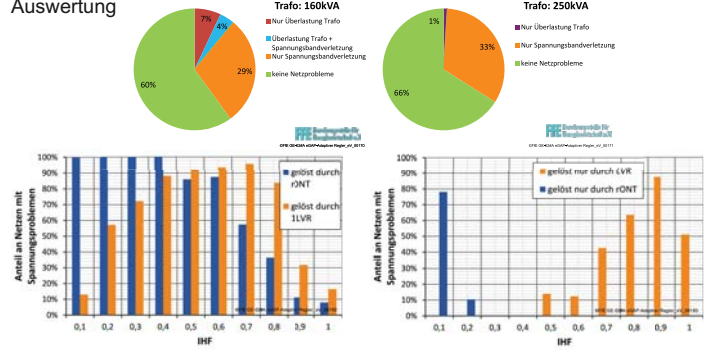
- In Anlehnung an gängige Kenngrößen Identifikation von vier Parametern: Transformatorgröße, Stranglänge, Last- und Erzeugungleistung
- Erzeugung von mehr als 650.000 Referenznetzen durch kombinatorische Variation der Eingangsparameter



- Definition eines Inhomogenitätsfaktors (IHF) zur Quantifizierung der Homogenität der Verteilung der Last- und Erzeugerleistung auf den einzelnen Netzstränge
- Definition einer spannungsspezifischen Kennzahl zur wirtschaftlichen Bewertung

## 2. TECHNO-ÖKONOMISCHE BEWERTUNG DER REFERENZNETZE

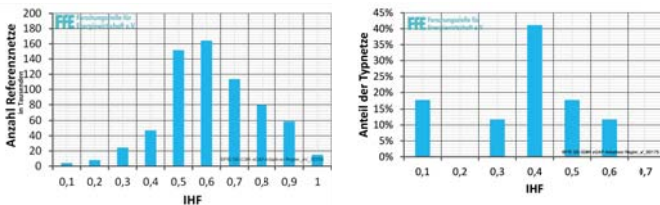
- Lastflussberechnungen zur Identifikation von Spannungsproblemen und anschließende Berechnung des IHF von allen Referenznetzen mit statistischer Auswertung



- Ein rONT kann in sehr homogenen Netzen (IHF < 0,4) alle Spannungsbandverletzungen ausregeln
- Die Spannungsprobleme in Netzen mit mittlerer Inhomogenität (0,25 < IHF < 0,85) können in 70 % aller Fälle mit einem LVR ausgeregelt werden

## 3. VALIDIERUNG DER ERGEBNISSE DURCH LASTFLUSSBERECHNUNGEN IN REALEN NETZGEBIETEN UND TYPNETZEN

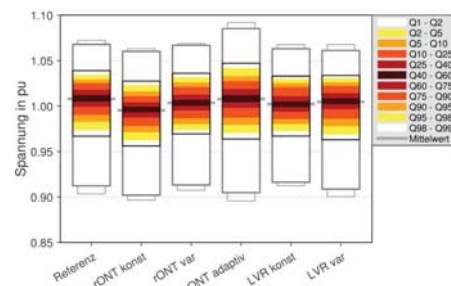
- Verteilung des IHF in den Referenznetzen und in standardisierten Typnetzen nach Kerber 2011



- Vergleichbare Verteilung des IHF der Typnetze wie bei den Referenznetzen (Ausnahme: IHF = 0 bei Typnetzen mit nur einem Strang)
- Häufung von Netzen mit mittlerer Homogenität

- Zusätzlich: Untersuchung realer Netzgebiete aus Garmisch-Partenkirchen

Beispielhaftes Ergebnis: Statistische Auswertung der Spannung an den Hausanschlüssen in einem Landnetz mit verschiedenen Maßnahmen



## 4. FAZIT

- Verallgemeinerte Referenznetzen sind gut geeignet, um die Heterogenität der real existierenden Niederspannungsnetze abzubilden. Der entwickelte IHF bietet eine effiziente Möglichkeit zur Differenzierung der Einsatzgebiete verschiedener netzstabilisierender Maßnahmen wie rONT und LVR.
- Statistische Auswertungen zeigen, dass der rONT in sehr homogenen Netzen eine bessere Wirksamkeit als der LVR aufweist. Der LVR erzielt die besten Ergebnisse in Netzen mit mittlerer Inhomogenität. Nur sehr wenige Netze mit sehr hoher Inhomogenität (0,48 % aller Referenznetze) können durch keine der Maßnahmen ausgeregelt werden.